

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-175585

(43) 公開日 平成7年(1995)7月14日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 6 F 3/033	3 1 0 Y	7323-5B		
3/03	3 8 0 K			

審査請求 有 請求項の数11 F D (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平4-59674

(22) 出願日 平成4年(1992)2月14日

(71) 出願人 593090215  
株式会社データストリーム  
東京都新宿区高田馬場1丁目30番14号 コルティール3F

(72) 発明者 鈴木 肇  
神奈川県相模原市松ヶ枝町19-10-402

(72) 発明者 青柳 哲次  
神奈川県横浜市緑区青葉台2-33-1

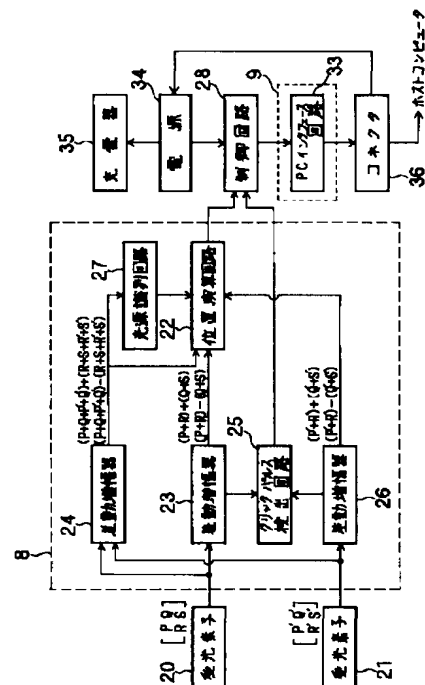
(74) 代理人 弁理士 田中 増順

(54) 【発明の名称】 コンピュータ多次元位置データ入力装置

(57) 【要約】

【目的】 コンピュータに多次元位置を入力する。

【構成】 コンピュータ多次元位置データ入力装置において、パルス発振が可能な少なくとも1つの光源を持つ位置データ送信装置と、前記光源からの入力光の入射角を検出するための少なくとも2つの受光素子と、前記各受光素子により検出された光量から空間内の位置データ送信装置の少なくとも1つの部分の3次元位置を算出する演算部を持つ位置データ受信装置とを設ける。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 パルス発振が可能な少なくとも1つの光源を持つ位置データ送信装置と、前記光源からの入力光の入射角を検出するための少なくとも2つの受光素子と、前記各受光素子により検出された光量から空間内の位置データ送信装置の少なくとも1つの部分の3次元位置を算出する演算部を持つ位置データ受信装置と、を有することを特徴とするコンピュータ多次元位置データ入力装置。

【請求項2】 請求項1記載のコンピュータ多次元位置データ入力装置において、前記位置データ送信装置の光源が2つであり、前記演算部が位置データ送信装置の2つの部分の3次元位置を算出することを特徴とするコンピュータ多次元位置データ入力装置。

【請求項3】 請求項1記載のコンピュータ多次元位置データ入力装置において、前記受光素子の各々は或る距離を隔てて互いに角度をなして配置した4分割ピンフォトダイオードであり、各4分割ピンフォトダイオードにそれぞれ受光される光量の差及び和と、受光素子間の距離と、配置角度とに基づいて位置データ送信装置の少なくとも1つの部分の3次元位置を算出することを特徴とするコンピュータ多次元位置データ入力装置。

【請求項4】 請求項1記載のコンピュータ多次元位置データ入力装置において、前記位置データ受信装置が単体として構成され、前記位置データ送信装置から放射された位置パルス及びクリックパルスを含む光パルスを受光する受光素子が位置データ受信装置に配置されていることを特徴とするコンピュータ多次元位置データ入力装置。

【請求項5】 請求項4記載のコンピュータ多次元位置データ入力装置において、前記光パルスが方向パルスを含むことを特徴とするコンピュータ多次元位置データ入力装置。

【請求項6】 請求項1記載のコンピュータ多次元位置データ入力装置において、単体である位置データ受信装置がキーボード上またはコンピュータのCRT本体に取付けられることを特徴とするコンピュータ多次元位置データ入力装置。

【請求項7】 請求項1記載のコンピュータ多次元位置データ入力装置において、前記位置データ受信装置が前記位置データ送信装置を収容し充電する充電部を有することを特徴とするコンピュータ多次元位置データ入力装置。

【請求項8】 請求項1記載のコンピュータ多次元位置データ入力装置において、前記位置データ受信装置がラップトップパソコンの表示部の側部に配置されていることを特徴とするコンピュータ多次元位置データ入力装置。

【請求項9】 請求項1記載のコンピュータ多次元位置データ入力装置において、前記位置データ送信装置が1

つのマウススイッチと少なくとも1つのクリックスイッチを有することを特徴とするコンピュータ多次元位置データ入力装置。

【請求項10】 位置データ送信装置及び位置データ受信装置を有するコンピュータ多次元位置データ入力装置において、

(a) 位置データ送信装置は、(i) 位置データ送信装置を作動状態にするスイッチと、(i i) クリックパルスを発生する少なくとも1つのクリックスイッチと、

10 (i i i) 位置パルス及びクリックパルスを含む光パルスを発生する少なくとも1つの発光素子と、(i v) 発光素子に電力を供給する充電可能な電源と、を有し、

(b) 位置データ受信装置は、(i) 位置データ送信装置から放射された位置パルス及びクリックパルスを含む光パルスを受光する一定位置に配置された2つ受光素子と、(i i) クリックパルスを認識するクリックパルス検出回路と、(i i i) 光源を識別する光源識別回路と、(i v) 位置パルスから位置データ送信装置の空間での位置を算出する位置演算回路と、(v) 位置演算回路から得られた位置データ送信装置の空間での位置をマウスパルスに変換する変換回路と、(v i) 位置演算回路から得られた位置データ送信装置の空間での位置を3次元位置座標に変換する変換回路と、(v i i) クリックパルス検出回路から得られたクリック情報をマウスクリックパルスに変換するクリックパルス変換回路と、を有する、

ことを特徴とするコンピュータ多次元位置データ入力装置。

【請求項11】 請求項10記載のコンピュータ多次元位置データ入力装置において、前記位置データ送信装置の光パルスが方向パルスも含み、前記位置データ受信装置の位置演算回路が方向も算出することを特徴とするコンピュータ多次元位置データ入力装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、コンピュータ用多次元位置データ入力装置に関し、特に、ワイヤレス方式の3次元位置データ入力装置に関する。本発明は、ワイヤレス方式の3次元位置データ入力装置に適用するのに好ましいので、以下の説明はこのような装置に向けたものであるが、本発明は、ワイヤレス方式及び3次元のものに限定されるものでなく、有線方式及び他の次元のものも含むものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来、物体の形状や位置をコンピュータに入力するためには、レーザ光やカメラなどを用いた高額な装置に頼っていた。また、これらの方法による空間での任意の位置の3次元位置座標を検出することが困難であった。そして、使用者が容易にかつ手軽に使用しえるものが存在してなかった。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】近年、コンピュータグラフィックスやCAD/CAM等、コンピュータを利用して3次元物体の映像の作成や立体図の作成が頻繁に行われている。しかし、これらのデータの入力、平面上でx-y座標とz座標を個別に入力することによって行われている。そして、実際の物体の形状の入力に対しては、その大きさを各方向(x-y-z軸の方向)で測定しなければならない。このような場合、その物体をペンのようなものでなぞることにより、その立体的情報を入力できることが望ましい。

【0004】また、バーチャルリアリティ(仮想空間)では、使用者が仮想空間で立体の入力を行う簡易な方法が存在しない。特に、立体を扱う場合、入力装置には小型でワイヤレス方式が望ましい。

【0005】したがって、本発明の目的は、比較的簡単な構成でコンピュータに多次元の位置データを入力できるコンピュータ多次元位置データ入力装置を提供することにある。

【0006】本発明の他の目的は、比較的簡単な構成でワイヤレス方式によりコンピュータに3次元の位置データを入力できるワイヤレス方式コンピュータ3次元位置データ入力装置を提供することにある。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】前述の目的を達成するために、本発明は、パルス発振が可能な少なくとも1つの光源を持つ位置データ送信装置と、前記光源からの入力光の入射角を検出するための少なくとも2つの受光素子と、前記各受光素子により検出された光量から空間内の位置データ送信装置の少なくとも1つの部分の3次元位置を算出する演算部を持つ位置データ受信装置と、を有することを特徴とするコンピュータ多次元位置データ入力装置を採用するものである。

## 【0008】

【実施例】次に、図面を参照して本発明を説明する。図1は、ワイヤレス方式コンピュータ3次元位置データ入力装置の全体の構成を示す斜視図であり、図2は、ワイヤレス方式コンピュータ3次元位置データ入力装置で使用されている位置データ受信装置の斜視図であり、図3は、位置データ受信装置の平面図であり、図4は、位置データ送信装置であり、図5は、本発明をラップトップコンピュータに適用したワイヤレス方式コンピュータ3次元位置データ入力装置の全体の構成を示す斜視図であり、図6は、位置データ送信装置の回路ブロック図であり、図7は、位置データ受信装置の回路ブロック図であり、図8は位置データ受信装置の4分割ピンフォトダイオードの配置を示す正面図であり、図9は、位置データ送信装置のクリックスイッチの種々の状態における発光素子の光パルスの波形図であり、図10及び図11は、ワイヤレス方式コンピュータ3次元位置データ入力装置

における3次元位置の算出を説明するための概略図であり、図12から図14は、3次元位置の算出時に用いるパラメータの1つを決めるためのグラフである。

【0009】最初に、図1ないし図5を参照すると、図1ないし図5は、従来のコンピュータの構成をそのまま利用できるワイヤレス方式コンピュータ3次元位置データ入力装置を示している。図1において、CRT2及びキーボード3に接続されているパソコン本体1からインタフェースケーブル6の先端に適当な支持体(例えば、机)の上に載せられたワイヤレス方式コンピュータ3次元位置データ入力装置を構成する3次元位置データ受信装置(以下単に位置データ受信装置)4が接続されている。また、ワイヤレス方式コンピュータ3次元位置データ入力装置をやはり構成する3次元位置データ送信装置(以下単に位置データ送信装置)5が非使用時には位置データ送信装置4の充電部39に装着されて充電状態で保持され、使用時には充電部7から引き出されて用いられるようになっている。位置データ送信装置5は、図示のように、操作者が手に持って操作するのが便利のようにペンタイプであることが好ましく、この位置データ送信装置5は、それ自体が持つ2つの位置(または1つに位置であってもよい)を位置データとして位置データ受信装置4に光学的に送信するためのものである。

【0010】図5は、位置データ受信装置4がラップトップコンピュータに内蔵されている実施例を示している。この実施例の場合も、光学的な構成、電気的な構成は図1の実施例と同様であるので、この実施例についての説明は省略する。

【0011】図2及び図3を参照すると、位置データ受信装置4は、前面の両端が斜め外方に突出する部分を有する箱型ケーシングを持ち、その2つの部分には開口が形成されていて、これらの開口を通して位置データ送信装置5からの光を受光する受光素子20、21がそのケーシング内部に配置されている。

【0012】受光素子20、21は、図3に示すように、それぞれ、位置データ送信装置5からの光を焦点に集めるレンズ20a、21aと、その焦点位置に配置して光の像を検出するための4分割ピンフォトダイオードまたはCCD(電荷結合素子)のような光量を電気信号に変換する位置検出光-電気トランスジューサ20b、21bから成る。これらの受光素子は、互いに所定の角度 $\alpha$ をなすように配置されている。この結果、位置データ送信装置5の3次元位置は、後述のように、受光素子20、21の間の距離、所定の角度 $\alpha$ 、4分割ピンフォトダイオード20b、21bの電気出力に基づいて算出できる。

【0013】次に、図4を参照すると、位置データ送信装置5は、その本体5aの両端にLEDのような発光素子(電気-光トランスジューサ)10a、10bを有し、本体5aの前部にはマウススイッチ11、クリック

スイッチ12、13を有し、その後部に収容案内バー37及び充電用端子38を有している。

【0014】発光素子10a、10bは、制御回路(後述する)の指令に基づき3次元位置、回転情報及びクリック情報を光に変換して発光する。例えば、親指でマウススイッチ11が押されると、本体5aの内部で発生する位置パルス等を発光する。なお、通常の受光素子は、可視光に反応するために位置データ送信装置5からのあ

特定の波長(通常、赤外線)のみを透過するフィルタ(図示せず)を付ける。マウススイッチ11が押されると、位置データ送信装置5が作動状態にされるものであり、前述のように本体内部で発生する位置パルス等を発光する。この機能はクリックスイッチ12または13で代用することも可能である。クリックスイッチ12、13が例えば人差指で押されると、クリックオン用及びクリックオフ用スイッチとして作動するものであり、これらのクリックスイッチはマウススイッチ11により位置データ送信装置がオンされているときだけ有効となるスイッチである。なお、クリックスイッチは必ずしも2つ必要ではなく、クリックオフ用スイッチ13を省略して、クリックオン用スイッチをだけを用いてもよいものである。

【0015】発光素子(電気-光トランスジューサ)10a、10bは、これらのクリック情報を含んだIDコードで変調され、交互に発光する。これにより、位置データ受信装置4のどちらの発光素子が発光しているが、またクリックスイッチの押されたか否かの有無を知ることができる。

【0016】収容案内バー37は位置データ送信装置5を位置データ受信装置4の充電部39中に収容するときのガイドとして働くものであり、充電部39内に設けられた案内溝(図示せず)に沿って出し入れされるものである。このため、位置データの充電端子38は位置データ受信装置4の対応する充電用端子(図示せず)に対して位置決めされる。

【0017】なお、位置データ送信装置は、その他の機能素子を有するが、その詳細は図6を参照して説明する。

【0018】次に、図6及び図7を参照すると、本発明のワイヤレス方式コンピュータ多次元位置データ入力装置(位置データ送信装置及び位置データ受信装置)の回路構成とその動作を説明する。

【0019】図6を参照すると、位置データ送信装置5の回路ブロック図が示されている。発光素子10a、10bは、前述のように、電気-光トランスジューサであり、クリックスイッチ12、13のオン、オフ状態により互いに識別できる波形の光パルスを発光する(図9参照)。

【0020】パルス発生器15は、制御回路18の制御の下でマウススイッチ11、クリックスイッチ12、1

3の状態に基づいて位置パルスを発生するものである。マウススイッチ11は、位置データ送信装置の作動状態及び非作動状態を切り換えるものであり、クリックスイッチ12、13はクリックオンパルス及びクリックオフパルスを発生させるクリックオン信号及びクリックオフ信号を発生するものである。制御回路18は、位置データ送信装置全体の作動を制御するものである。また、電源19は充電用端子38により充電される電源である。

【0021】次に、図7を参照すると、位置データ受信装置4の回路ブロック図が示されている。受光素子20、21は、前述したように位置データ送信装置5からの光を受光する。2つの受光素子20、21は検出演算回路部8に接続されており、この検出演算回路部8は、差動増幅器23、24、26、クリックパルス検出回路25、光源識別回路27、位置演算回路22を含む。差動増幅器23、24、26は、詳細には後述するが、それぞれの受光素子の4分割ピンフォトダイオード20、21により受光されて電気信号に変化された光量の差及び和を出力するものである。光源識別回路27は、交互に発光する発光素子10a、10bのどちらかが現在発光しているかをIDコードから識別する。また、クリックパルス検出回路25は、受光して変換して電気信号にクリックパルスが含まれているか否かを検出するものである。即ち、クリックスイッチのオン、オフ状態を検出するものである。なお、クリックパルスの検出は、位置データ送信装置側の変調により、入射光がクリックスイッチのオン、オフ状態により識別可能に変調されているため、受光素子からの出力を判断することによりクリック情報を得ることができる。位置演算回路22は2つの差動増幅器23、26からの光量情報及びその他の定数から位置データ送信装置の位置を算出するものである。制御回路28は位置データ受信装置全体の作動を制御するものである。位置演算回路22で算出した位置の値、位置データ送信装置の姿勢及びクリックパルス検出回路25で認識されたクリックパルス情報をパソコンのマウスドライバが読み取るためのI/Oデジタル回路となっている。また、従来のマウスポートに接続することで、そのまま2次元マウスとして使える。

【0022】その他、コネクタ36が設けられており、コネクタ36はPCインターフェース回路33により発生された位置パルス及びマウスクリックパルスをマウスケーブルを通してパソコン本体に送り、また、パソコン本体からの電力を位置データ受信装置に送るためのものである。電源34は制御回路28を始めとしてそれぞれの機能素子に電力を供給するものである。また、充電器35は前述の充電部39に接続されており、位置データ送信装置の電源供給源として働くものである。

【0023】次に、図10から図14を参照して、本発明で用いる位置検出を説明する。図10は、位置算出を行う光学系、特に算出に関連するパラメータを示す。位

置データ送信装置の3次元位置(3次元座標)を計算により算出するために設定しなければならないパラメータは以下の通りである。

【0024】(1) レンズ: レンズ直径、曲率半径、屈折率、厚さ

(2) 受光素子間の距離: 1 (レンズの中心から受光素子までの距離)、この距離は光のスポット径に関係し、後述する光量の差と和との比(R)に関係するので、必

$$Z = \tan(\theta + \alpha) X - \tan(\theta + \alpha) A \quad \dots (1)$$

$$Z = \tan(\theta + \beta) X - \tan(\theta + \beta) A \quad \dots (2)$$

ここで、 $\theta$ はレンズの光軸とX軸とがなす角度を示し、 $\alpha$ 、 $\beta$ は発光源aがDの位置にあるときの線BD、線CDがレンズの光軸となす角度を示す。

$$x0 = A \cdot \{ \tan(\theta + \alpha) - \tan(\theta + \beta) \} / \{ \tan(\theta + \alpha) + \tan(\theta + \beta) \} \quad \dots (3)$$

$$z0 = -2A \{ \tan(\theta + \alpha) \cdot \tan(\theta + \beta) \} / \{ \tan(\theta + \alpha) + \tan(\theta + \beta) \} \quad \dots (4)$$

$$y0 = \{ x0^2 + z0^2 \}^{1/2} \cdot \tan \phi \quad \dots (5)$$

ここで、 $\phi$ は線AFと線ADのなす角度を示す。

【0029】また、zの距離を一定とした場合、1つの4分割ピンフォトダイオードからの光量の4つの出力をP、Q、R、Sとすると、4つの出力の対向する2組の差、{(P+R)-(Q+S)}、{(P+Q)-(R+S)}の各々に対する和{(P+R)+(Q+S)}の比とx方向の距離の間にはかなり厳密な比例関係が成り立つことが計算により求められた。この計算結果は図12から図14に示されている。図12から図14は、例えば{(P+R)-(Q+S)}/{(P+Q)+(R+S)}とx方向の距離との関係を示すものである。また、これらの図からある程度の範囲内では、こ

られのグラフの傾きKとzの位置の積はほぼ一定値(c)をとることもわかる。  
【0030】グラフからR=K×z、K×(zの位置)=c、したがって、x/(zの位置)=tanα=R/cとなる。このように、tanαの値は、一方の4分割ピンフォトダイオードから求めることができる。また、同様にしてtanβ、tanφの値も求めることができる。さらに具体的に説明すると、図8に示すように2つの4分割ピンフォトダイオード20b、21bの各部分(50、51、52、53)、(60、61、62、63)の出力をそれぞれ(P、Q、R、S)、(P'、Q'、R'、S')とすると、tanαは1/C・{(P'+R')-(Q'+S')}/{(P'+R')+(Q'+S')}となり、また、tanβは1/C・{(P+R)-(Q+S)}/{(P+R)+(Q+S)}となり、tanφは1/C・{(P+Q+P'+R')-(R+S+R'+S')}/{(P+R+P'+R')+(Q+S+Q'+S')}となる。

【0031】一方、公式tan(θ+α)=(tanθ+tanα)/(1-tanθtanα)と、定数であ

要に応じて適切に選択する。

(3) レンズ間距離: 2A

(4) レンズの傾き: θ

【0025】図11は1つの発光源aの位置算出を行う光学系を示す。この座標系により以下の2つの式が導かれる。

【0026】

【0027】また、交点の座標(x0、y0、z0)は、(1)、(2)式より、次のようになる。

【0028】

るθから前述の交点座標(x0、y0、z0)が求められる。

【0032】次に、位置算出の手順について説明する。最初に、準備段階で、各パラメータを設定して計算により、R-x直線(例えば、図12から図14)のグラフの傾きKとzの位置の積cとtanθの値を求めておく。

【0033】2つの分割ピンフォトダイオードが発光素子から受光した光量P、Q、R、S及びP'、Q'、R'、S'から、差動増幅器23は、和出力{(P+R)+(Q+S)}と差出力{(P+R)-(Q+S)}を、差動増幅器26は、和出力{(P'+R')+(Q'+S')}と差出力{(P'+R')-(Q'+S')}を、差動増幅器24は、和出力{(P+R+P'+R')+(Q+S+Q'+S')}と差出力{(P+Q+P'+R')-(R+S+R'+S')}を出力する。

【0034】位置演算回路22でこれらの出力からそれぞれの受光素子における比Rを求め、既に計算で求めたおいたcとtanθとの値を用いて交点座標(x0、y0、z0)の値を計算する。この計算を位置データ送信装置の2つの発光素子10a、10bに関して行い、空間の2点の座標を求めることにより、位置データ装置装置の空間の位置とその姿勢を知ることができる。もちろん、一方の発光素子だけを用いて、空間の1点の3次元位置を求めることもできる。また、光源識別回路27は、差動増幅器24の和出力から光源(発光素子)を識別する。

【0035】次に、本発明のワイヤレス方式コンピュータ多次元データ入力装置の動作について説明する。

【0036】位置データ送信装置5のマウススイッチ11を押すと、その制御回路18はそれを確認して、位置

20

30

40

50

データ送信装置5を作動状態にする。同時に、パルス発生器15に図8に示すような発光パルスのパルス信号を生成させ、発光素子10a、10bから発光パルスを交互に発光させる。なお、このとき、制御回路18はクリックスイッチ12、13の状態を調べ、その状態及び各発光素子に対応する位置パルス及びクリックパルスの生成をパルス発生器15に命令する。これにより、発光素子10a、10bはクリックスイッチ12、13及び発光源の情報を含んだ図9に示すような位置パルスを発光する。

【0037】位置データ受信装置4の受光素子20、21は、これらの光パルスを受光する。これらの光パルスは、差動増幅器23、26を経てクリックパルス検出器25に入り、このクリックパルス検出回路25でクリックパルスの有無を検出すると同時に、光源識別回路によって発光源（発光素子）が識別される。また、差動増幅器23、24、26の出力に基づいて位置演算回路22が位置データ送信装置の位置を演算により求める。そして、マウスパルス変換回路33により、位置パルスはマウスで直交座標に変換され、またクリックパルスは、マウスクリックデータに変換されて、コネクタ36を通してパソコンに送られる。

【0038】このようにして、以下同様に位置データ送信装置5の空間位置及びその姿勢が求められるが、CRT2のディスプレイ上のカーソルの移動方向及び移動距離は例えばクリックスイッチ12のオン状態によって特定される。

【0039】以上説明したように、本発明は、ワイヤレスの位置データ送信装置を空間で移動させることにより、その空間位置及び（又は）姿勢をコンピュータに入力することができる。

【0040】近年、コンピュータグラフィックスやCAD/CAM等、コンピュータを利用して3次元の物体の映像の作成や立体図の作成が頻繁に行われているが、これらのデータの入力に対して本発明は容易でかつ安価な入力装置を提供するものである。そして、実際の物体の形状の入力に対してはその大きさを位置データ送信装置でなぞることにより、各方向（x-y-z軸）の空間座標を入力することができる。

【0041】また、仮想空間では、利用者が位置データ送信装置を手を持つことで、仮想空間で入力を簡易に行える。特に、立体的空間での作業を扱う場合、入力装置には小型のワイヤレス方式が望ましい。本発明はその二

ーズを満足することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、ワイヤレス方式コンピュータ3次元位置データ入力装置の全体の構成を示す斜視図である。

【図2】図2は、ワイヤレス方式コンピュータ3次元位置データ入力装置で使用されている位置データ受信装置の斜視図である。

【図3】図3は、位置データ受信装置の平面図である。

【図4】図4は、位置データ送信装置である。

10 【図5】図5は、本発明をラップトップコンピュータに適用したワイヤレス方式コンピュータ3次元位置データ入力装置の全体の構成を示す斜視図である。

【図6】図6は、位置データ送信装置の回路ブロック図である。

【図7】図7は、位置データ受信装置の回路ブロック図である。

【図8】図8は位置データ受信装置の4分割ピンフォトダイオードの配置を示す正面図である。

20 【図9】図9は、位置データ送信装置のクリックスイッチの種々の状態における光パルスの波形図である。

【図10】図10は、ワイヤレス方式コンピュータ3次元位置データ入力装置における3次元位置の算出を説明するための概略図である。

【図11】図11は、ワイヤレス方式コンピュータ3次元位置データ入力装置における3次元位置の算出を説明するための概略図である。

【図12】図12は、3次元位置の算出時に用いるパラメータの1つを決めるためのグラフである。

30 【図13】図13は、3次元位置の算出時に用いるパラメータの1つを決めるためのグラフである。

【図14】図14は、3次元位置の算出時に用いるパラメータの1つを決めるためのグラフである。

【符号の説明】

1 ワイヤレス方式コンピュータ多次元入力装置

4 位置データ受信装置

5 位置データ送信装置

10a、10b 発光素子

20、21 受光素子

20b、21b 4分割ピンフォトダイオード

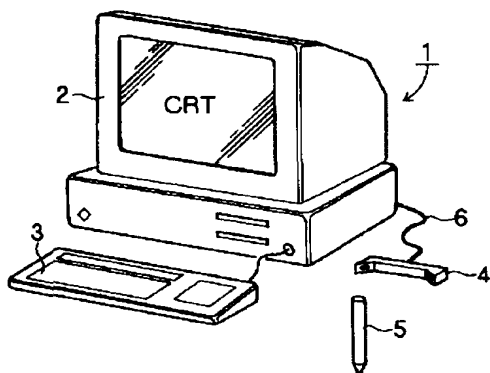
23、24、26 差動増幅器

25 クリックパルス検出装置

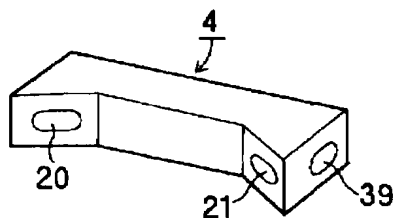
27 光源識別回路

22 位置演算回路

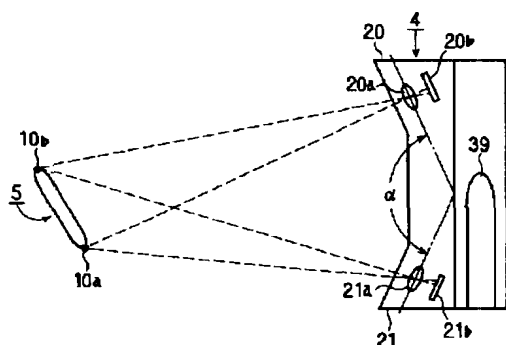
【図1】



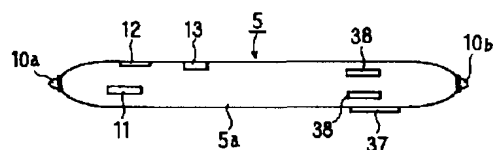
【図2】



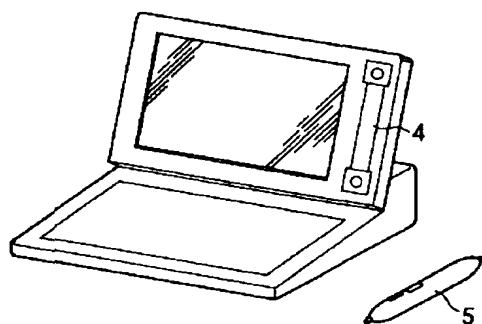
【図3】



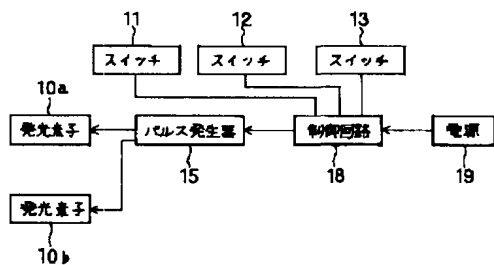
【図4】



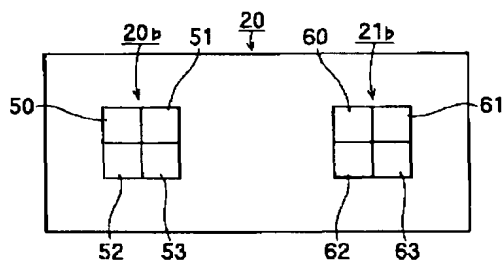
【図5】



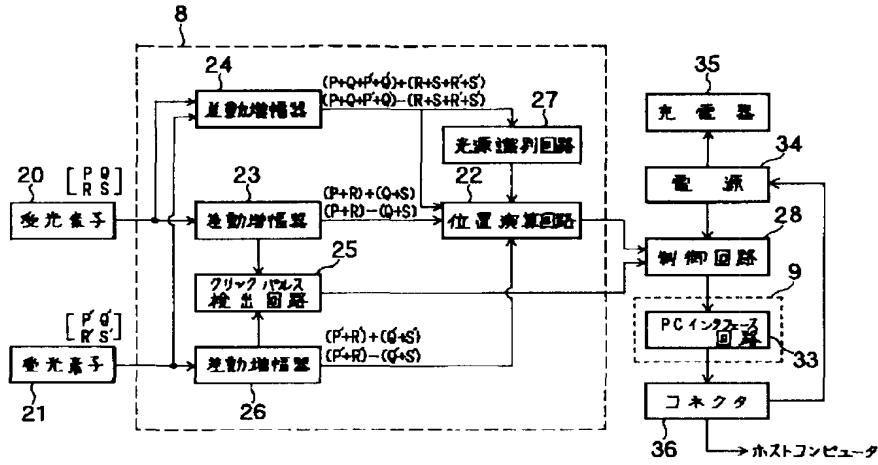
【図6】



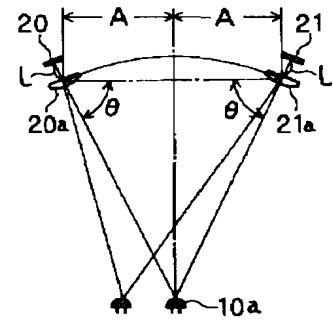
【図8】



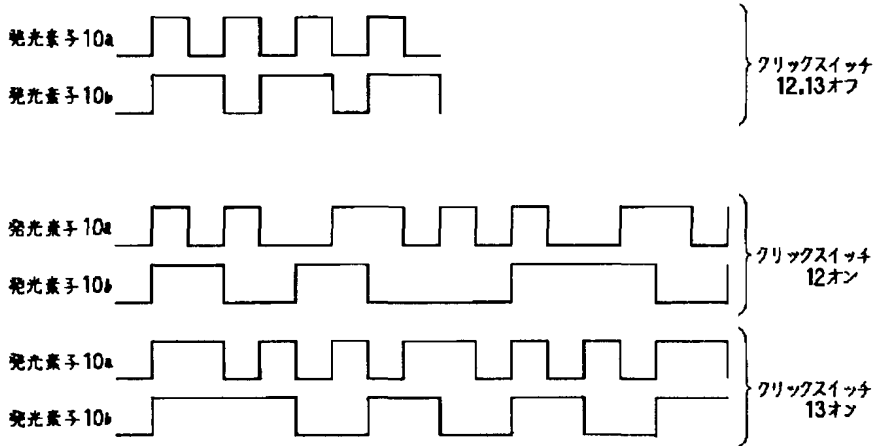
【図7】



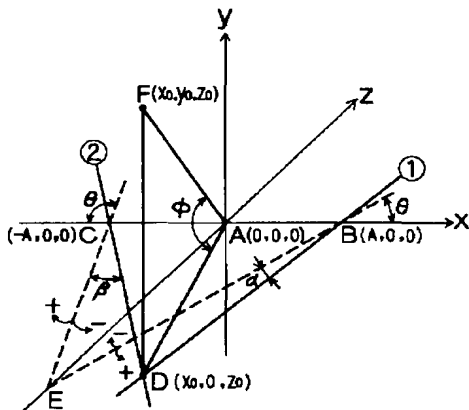
【図10】



【図9】

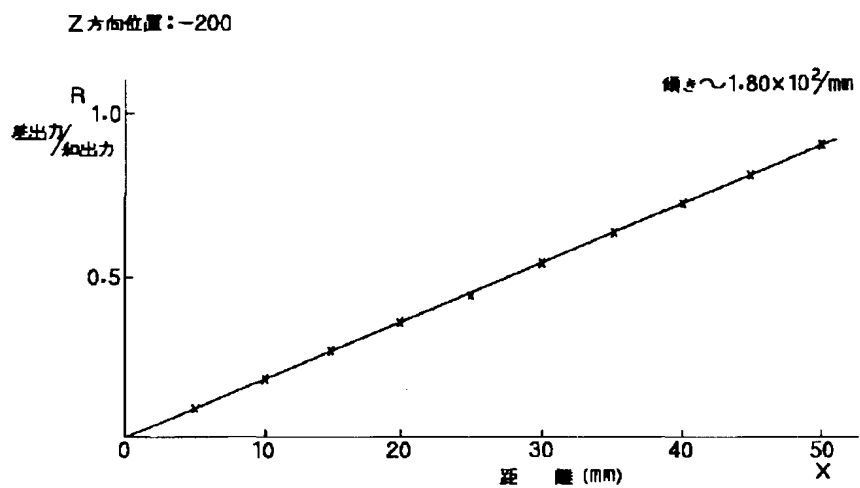


【図11】

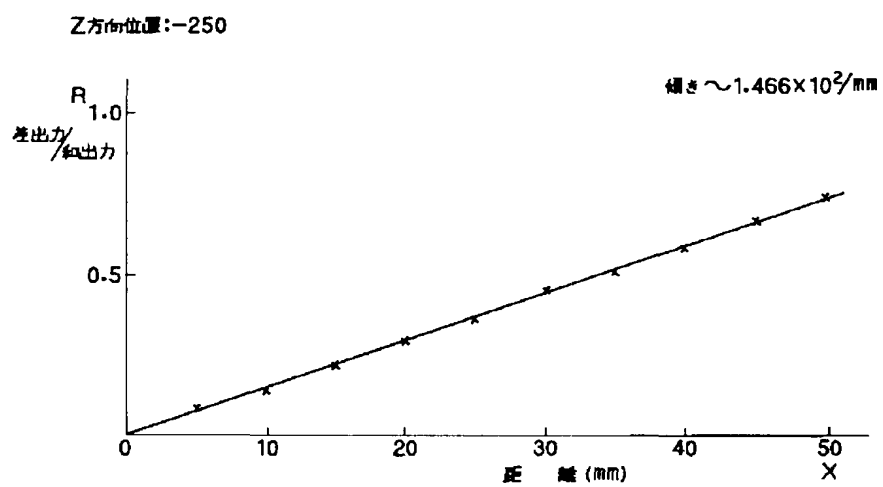




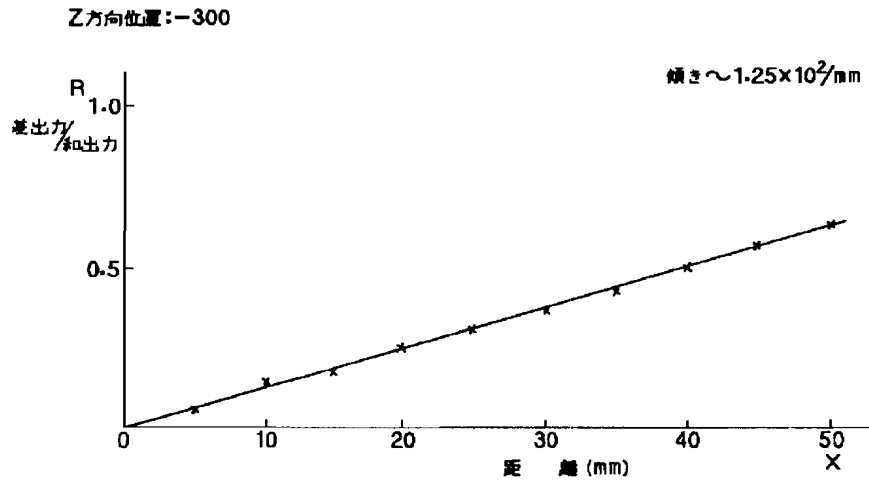
【図12】



【図13】



【図14】



[JP,07-175585,A (1995)]

\* NOTICES \*

**JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] A computer multi-dimensional position data input unit comprising:

A position data sending set with at least one light source in which a pulse oscillation is possible.  
A position data receiving set with operation part which computes a three-dimensional position of at least one portion of a position data sending set in space from light volume detected with at least two photo detectors and said each photo detector for detecting an incidence angle of input light from said light source.

[Claim 2] A computer multi-dimensional position data input unit which the number of light sources of said position data sending set is two in the computer multi-dimensional position data input unit according to claim 1, and is characterized by said operation part computing a three-dimensional position of two portions of a position data sending set.

[Claim 3] It is a quadrisection pin photodiode which each of said photo detector separated a certain distance, and has made and arranged an angle mutually in the computer multi-dimensional position data input unit according to claim 1, A computer multi-dimensional position data input unit computing a three-dimensional position of at least one portion of a position data sending set based on a difference of light volume and the sum which are received by four division each pin photodiode, respectively, distance between photo detectors, and an arrangement angle.

[Claim 4] In the computer multi-dimensional position data input unit according to claim 1, said position data receiving set is constituted as a simple substance, A computer multi-dimensional position data input unit, wherein a photo detector which receives a lightwave pulse including position pulses and a click pulse which were discharged from said position data sending set is arranged at a position data receiving set.

[Claim 5] A computer multi-dimensional position data input unit, wherein said lightwave pulse includes a direction pulse in the computer multi-dimensional position data input unit according to claim 4.

[Claim 6] A computer multi-dimensional position data input unit, wherein a position data receiving set which is a simple substance is attached to a keyboard top or a CRT main part of a computer in the computer multi-dimensional position data input unit according to claim 1.

[Claim 7]A computer multi-dimensional position data input unit having a live part which said position data receiving set accommodates said position data sending set, and charges in the computer multi-dimensional position data input unit according to claim 1.

[Claim 8]A computer multi-dimensional position data input unit, wherein said position data receiving set is arranged at a flank of an indicator of a laptop computer in the computer multi-dimensional position data input unit according to claim 1.

[Claim 9]A computer multi-dimensional position data input unit, wherein said position data sending set has one mouse switch and at least one click switch in the computer multi-dimensional position data input unit according to claim 1.

[Claim 10]A KONYUTA multi-dimensional position data input unit which has a position data sending set and a position data receiving set, comprising:

(a) A switch with which a position data sending set makes a (i) position data sending set an operating state

(ii) At least one click switch which generates a click pulse.

(iii) At least one light emitting device which generates a lightwave pulse including position pulses and a click pulse.

(iv) A power supply which supplies electric power to a light emitting device and which can be charged.

2 photo detectors arranged in a fixed position which receives a lightwave pulse including position pulses and a click pulse which it has, and by which (b) position data receiving set was discharged from a (i) position data sending set.

(ii) A click pulse detection circuit which recognizes a click pulse.

(iii) A light source discrimination decision circuit which identifies a light source, and a position calculation circuit which computes a position in space of a position data sending set from (iv) position pulses, (v) A conversion circuit which changes into a mouse pulse a position in space of a position data sending set obtained from a position calculation circuit, (vi) A conversion

circuit which changes into a three-dimensional position coordinate a position in space of a position data sending set obtained from a position calculation circuit, and a click pulse conversion circuit which changes into a mouse click pulse click information acquired from a (vii) click pulse detection circuit.

[Claim 11]A computer multi-dimensional position data input unit in which a lightwave pulse of said position data sending set is characterized by a position calculation circuit of said position data receiving set computing a direction also including a direction pulse in the computer multi-dimensional position data input unit according to claim 10.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application]Especially this invention relates to the three-dimensional position data input device of a wireless method about the multi-dimensional position data input unit for computers. It is desirable although applied to the three-dimensional position data input device of a wireless method in this invention.

Therefore, although the following explanation is turned to such a device, this invention is not limited to a wireless method and a three-dimensional thing, and also contains the thing of a wired system and other dimensions.

[0002]

[Description of the Prior Art]In order to input objective shape and position into a computer conventionally, it depended on the big-ticket device which used a laser beam, a camera, etc. It was difficult to detect the three-dimensional position coordinate of the arbitrary positions in the space by these methods. And what a user can use easily and easily did not exist.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]In recent years, creation of the image of a three-dimensional object and creation of pictorial drawing are frequently performed using computers, such as computer graphics and CAD/CAM. However, these entries of data are performed by inputting x-y coordinates and a z-coordinate individually on a flat surface. And to the input of the shape of a actual object, the size must be measured for all directions (x-y-z shaft orientation). In such a case, it is desirable by tracing the object like a pen that the three-dimensional information can be inputted.

[0004]In virtual reality (virtual space), the simple way a user inputs a solid in virtual space does not exist. When treating a solid especially, to an input device, it is small and a wireless method is desirable.

[0005]Therefore, the purpose of this invention is to provide the computer multi-dimensional position data input unit which can input the position data of many dimensions into a computer with comparatively easy composition.

[0006]Other purposes of this invention are to provide the wireless method computer three-dimensional position data input device which can input three-dimensional position data into a computer with a wireless method with comparatively easy composition.

[0007]

[Means for Solving the Problem]A position data sending set which has at least one light source in which pulse oscillation of this invention is possible in order to attain the above-mentioned purpose, At least two photo detectors for detecting an incidence angle of input light from said light source, A computer multi-dimensional position data input unit having a position data receiving set with operation part which computes a three-dimensional position of at least one portion of a position data sending set in space from light volume detected with said each photo

detector is adopted.

[0008]

[Example]Next, this invention is explained with reference to drawings. Drawing 1 is a perspective view showing the composition of the whole wireless method computer three-dimensional position data input device.

With a wireless method computer three-dimensional position data input device, drawing 2 is a perspective view of the position data receiving set currently used, and drawing 3, Are a top view of a position data receiving set, and drawing 4, It is a position data sending set and drawing 5 is a perspective view showing the composition of the whole wireless method computer three-dimensional position data input device which applied this invention to the laptop computer, Drawing 6 is a circuit block figure of a position data sending set, and drawing 7, Are a circuit block figure of a position data receiving set, and drawing 8 is a front view showing arrangement of the quadrisection pin photodiode of a position data receiving set, and drawing 9, Are a wave form chart of the lightwave pulse of the light emitting device in various states of the click switch of a position data sending set, and drawing 10 and drawing 11, It is a schematic diagram for explaining calculation of the three-dimensional position in a wireless method computer three-dimensional position data input device, and is a graph for drawing 14 to determine one of the parameters used at the time of calculation of a three-dimensional position from drawing 12.

[0009]First, if drawing 1 thru/or drawing 5 are referred to, drawing 1 thru/or drawing 5 show the wireless method computer three-dimensional position data input device which can use the composition of the conventional computer as it is. A base material suitable at the tip of the personal computer body 1 connected to CRT2 and the keyboard 3 in drawing 1 to the interface cable 6. The three-dimensional position data receiving set (following only position data receiving set) 4 which constitutes the wireless method computer three-dimensional position data input device carried on (for example, the desk) is connected. At the time of disuse, the live part 39 of the position data sending set 4 is equipped with the three-dimensional position data sending set (following only position data sending set) 5 which constitutes too a wireless method computer three-dimensional position data input device, and it is held by a charging state, At the time of use, it is pulled out from the live part 7, and is used. As for the position data sending set 5, it is preferred like a graphic display that it is a pen type which an operator has in a hand and operates so that conveniently, and this position data sending set 5, It is for transmitting to the position data receiving set 4 optically by using as position data two positions (or it may be a position one) which itself has.

[0010]Drawing 5 shows the example by which the position data receiving set 4 is built in the laptop computer. Since composition also with an optical case of this example and electric composition are the same as that of the example of drawing 1, the explanation about this example is omitted.

[0011]When drawing 2 and drawing 3 are referred to, the position data receiving set 4, Front both ends have a core box casing which has a portion which projects in the method of the outside of slant, the opening is formed in the two portions, and the photo detectors 20 and 21 which receive the light from the position data sending set 5 through these openings are arranged inside the casing.

[0012]The lenses 20a and 21a with which the photo detectors 20 and 21 bring together the light from the position data sending set 5 in a focus, respectively as shown in drawing 3, The detecting position light-electrical-and-electric-equipment transducers 20b and 21b which change the quadrisection pin photodiode for arranging to the focal position and detecting the image of light or light volume like CCD (charge coupled device) into an electrical signal are comprised. These photo detectors are arranged so that the predetermined angle alpha may be made mutually. As a result, the three-dimensional position of the position data sending set 5 is computable like the after-mentioned based on the distance between the photo detectors 20 and 21, the predetermined angle alpha, and the electric generating power of the quadrisection pin photodiodes 20b and 21b.

[0013]Next, when drawing 4 is referred to, the position data sending set 5, It has the light emitting devices (electric-light transducer) 10a and 10b like LED to the both ends of the main part 5a, has the mouse switch 11 and the click switches 12 and 13 in the anterior part of the main part 5a, and has the accommodation guide bar 37 and the terminal 38 for charge at the rear.

[0014]Based on instructions of a control circuit (it mentions later), the light emitting devices 10a and 10b change a three-dimensional position, rotation information, and click information into light, and emit light. For example, if the mouse switch 11 is pushed with the thumb, light will be emitted in the position pulses etc. which are generated inside the main part 5a. in order that the usual photo detector may react to visible light -- \*\* from the position data sending set 5 -- the filter (not shown) which penetrates only specific wavelength (usually infrared rays) is attached. If the mouse switch 11 is pushed, the position data sending set 5 will be made into an operating state, and will emit light in the position pulses etc. which are generated inside a main part as mentioned above. This function can also substitute the click switch 12 or 13. When the click switches 12 and 13 are pushed by a forefinger, it operates as the object for click one, and a switch for click-off, and these click switches are switches which become effective, only when one [ with the mouse switch 11 / the position data sending set ]. Two click switches are not necessarily required, may omit the switch 13 for click-off and may use only the switch for click one.

[0015]It becomes irregular with the ID code included such click information, and the light emitting devices (electric-light transducer) 10a and 10b emit light by turns. thereby, although which light emitting device of the position data receiving set 4 is emitting light, it can come out and perform getting to know the existence of whether the click switch was pushed.

[0016]The accommodation guide bar 37 works as a guide when accommodating the position

data sending set 5 into the live part 39 of the position data receiving set 4, and is taken in and out along the guide rail (not shown) provided in the live part 39. For this reason, the charging terminal 38 of position data is positioned to the terminal for charge (not shown) in which the position data receiving set 4 corresponds.

[0017]Although a position data sending set has other functional devices, the details are explained with reference to drawing 6.

[0018]Next, reference of drawing 6 and drawing 7 will explain the circuitry and operation of the wireless method computer multi-dimensional position data input unit (a position data sending set and a position data receiving set) of this invention.

[0019]Reference of drawing 6 shows the circuit block figure of the position data sending set 5. The light emitting devices 10a and 10b are electric-light transducers as mentioned above. Light is emitted in one of the click switches 12 and 13, and a wave-like lightwave pulse mutually discriminable according to an OFF state (refer to drawing 9).

[0020]The pulse generator 15 generates position pulses based on the state of the mouse switch 11 and the click switches 12 and 13 under control of the control circuit 18. The mouse switch 11 switches the operating state and non operating state of a position data sending set. The click switches 12 and 13 generate the click ON signal and click OFF signal which generate a click one pulse and a click-off pulse.

The control circuit 18 controls the operation of the whole position data sending set. The power supply 19 is a power supply charged with the terminal 38 for charge.

[0021]Next, reference of drawing 7 shows the circuit block figure of the position data receiving set 4. The photo detectors 20 and 21 receive the light from the position data sending set 5, as mentioned above. The two photo detectors 20 and 21 are connected to the detection arithmetic circuit unit 8, and this detection arithmetic circuit unit 8 includes the differential amplifiers 23, 24, and 26, the click pulse detection circuit 25, the light source discrimination decision circuit 27, and the position calculation circuit 22. Although the differential amplifiers 23, 24, and 26 are mentioned later in detail, they output the difference and the sum of light volume which were received by the quadrisection pin photodiodes 20 and 21 of each photo detector, and changed to the electrical signal. The light source discrimination decision circuit 27 discriminates from an ID code whether light is emitted now from the light emitting device 10a which emits light by turns, and 10b \*\*\*\*\* . The click pulse detection circuit 25 detects whether it receives light and changes and the click pulse is included in the electrical signal. That is, one of a click switch and an OFF state are detected. By the abnormal conditions by the side of a position data sending set, since incident light is modulated by the OFF state identifiable, the detection of a click pulse can acquire click information by judging the output from a photo detector. [ a click switch ] The position calculation circuit 22 computes the position of a position data sending set from the constant of the light volume information from the two differential amplifiers 23 and 26, and others. The control circuit 28 controls the



operation of the whole position data receiving set. It is an I/O digital circuit for the mouse driver of a personal computer to read the click pulse information recognized in the posture and the click pulse detection circuit 25 of the value of the position computed in the position calculation circuit 22, and a position data sending set. It can use as a two-dimensional mouse as it is by connecting with the conventional mouse port.

[0022]In addition, it is for forming the connector 36, and the connector's 36 sending the position pulses and the mouse click pulse which were generated by the PC interface circuit 33 to a personal computer body through a mouse cable, and sending the electric power from a personal computer body to a position data receiving set. The power supply 34 supplies electric power to each functional device including the control circuit 28. It is connected to the above-mentioned live part 39, and the battery charger 35 works as power supply sources of a position data sending set.

[0023]Next, the detecting position used by this invention with reference to drawing 14 from drawing 10 is explained. Drawing 10 shows the optical system which performs position computation, especially the parameter relevant to calculation. The parameter which must be set in order to compute the three-dimensional position (three-dimensional coordinates) of a position data sending set by calculation is as follows.

[0024](1) Lens : since distance:  $l$  (distance from the center of a lens to a photo detector) between lens diameter, curvature-radius, refractive-index, and thickness (2) photo detectors and this distance are related to the ratio ( $R$ ) of the difference of light volume and the sum which are mentioned later with regards to the spot diameter of light, choose them appropriately if needed.

(3) distance between lenses:  $-- 2A$  (4) lens's inclination:  $-- \theta$  [0025]Drawing 11 shows the optical system which performs position computation of the one light source  $a$ . The following two formulas are drawn by this coordinate system.

[0026]

$$Z = \tan(\theta + \alpha) X - \tan(\theta + \alpha) A \dots (1)$$

$$Z = \tan(\theta + \beta) X - \tan(\theta + \beta) A \dots (2)$$

Here,  $\theta$  shows the angle which the optic axis and the X-axis of a lens make, and  $\alpha$  and  $\beta$  show the angle which line BD in case the light source  $a$  is in the position of D, and line CD make with the optic axis of a lens.

[0027]The coordinates ( $x_0$ ,  $y_0$ ,  $z_0$ ) of an intersection are as follows from (1) and (2) types.

[0028]

$$x_0 = A - \frac{\tan(\theta + \alpha) - \tan(\theta + \beta)}{\tan(\theta + \alpha) + \tan(\theta + \beta)} A \dots (3)$$

$$z_0 = -2A \frac{\tan(\theta + \alpha) \tan(\theta + \beta)}{\tan(\theta + \alpha) + \tan(\theta + \beta)} \dots (4)$$

$$y_0 = \{x_0^2 + z_0^2\}^{1/2}, \text{ and } \tan \phi \dots (5)$$

Here,  $\phi$  shows the angle which line AF and line AD make.

[0029]If four outputs of the light volume from one quadrisection pin photodiode are set to P, Q, R, and S when distance of  $z$  is set constant, Between the ratio of the sum  $\{(P+R)+(Q+S)\}$  to

each of 2 sets of differences which four outputs counter,  $\{(P+R)-(Q+S)\}$ , and  $\{(P+Q)-(R+S)\}$ , and the distance of a x direction, it was called for by calculation that quite strict proportionality is realized. This calculation result is shown in drawing 14 from drawing 12. Drawing 14 shows the relation between  $\{(P+R)-(Q+S)\}/\{(P+Q)+(R+S)\}$  and the distance of a x direction from drawing 12, for example. These figures also show that the product of the position of the inclination K and z of the graph of \*\*\*\*\* takes about 1 constant value (c) within a certain amount of limits.

[0030]It becomes  $R=Kxz$ ,  $Kx(\text{position of } z) = c$ , therefore  $x/(\text{position of } z) = \tan \alpha = R/c$  from a graph. Thus, the value of  $\tan \alpha$  can be calculated from one quadrisection pin photodiode. The value of  $\tan \beta$  and  $\tan \phi$  can be calculated similarly. When it explains still more concretely, as shown in drawing 8, each portion of the two quadrisection pin photodiodes 20b and 21b (50, 51, 52, 53), (-- 60 -- 61 -- 62 -- 63 --) -- an output -- respectively (P, Q, R, S) -- (-- P -- ' -- Q -- ' -- R -- ' -- S -- ' --) -- carrying out -- if.  $\tan \alpha$  becomes  $1/C - \{(P'+R') - (Q'+S')\}/\{(P'+R') + (Q'+S')\}$ ,  $\tan \beta$  becomes  $1/C - \{(P+R)-(Q+S)\}/\{(P+R)+(Q+S)\}$ , and  $\tan \phi$  becomes  $1/C - \{(P+Q+P'+R') - (R+S+R'+S')\}/\{(P+R+P'+R') + (Q+S+Q'+S')\}$ .

[0031]On the other hand, the above-mentioned intersection coordinate (x0, y0, z0) is searched for from formal  $\tan(\theta + \alpha) = (\tan \theta + \tan \alpha)/(1 - \tan \theta \tan \alpha)$  and  $\theta$  which is a constant.

[0032]Next, the procedure of position computation is explained. First, each parameter is set and the product c of the position of the inclination K and z of the graph of a R-x straight line (from drawing 12 to for example, drawing 14) and the value of  $\tan \theta$  are calculated by calculation in the preparatory step.

[0033]two -- a \*\* -- division -- a pin photodiode -- a light emitting device -- from -- having received light -- light volume -- P -- Q -- R -- S -- and -- P -- ' -- Q -- ' -- R -- ' -- S -- ' -- from -- a differential amplifier -- 23. Obtrude with a sum output  $\{(P+R)+(Q+S)\}$  and power  $\{(P+R)-(Q+S)\}$  the differential amplifier 26, It obtrudes with a sum output  $\{(P'+R') + (Q'+S')\}$ , the differential amplifier 24 obtrudes power  $\{(P'+Q') - (R'+S')\}$  with a sum output  $\{(P+R+P'+R') + (Q+S+Q'+S')\}$ , and power  $\{(P+Q+P'+R') - (R+S+R'+S')\}$  is outputted.

[0034]a ratio [ in / in the position calculation circuit 22 / each photo detector from these outputs ] -- the value of an intersection coordinate (x0, y0, z0) is calculated using the value of c and  $\tan \theta$  which asked for R, for which it already asked by calculation and which were set. The position and posture of the space of a position data device device can be known by performing this calculation about the two light emitting devices 10a and 10b of a position data sending set, and searching for the coordinates of two points of space. Of course, the three-dimensional position of one point of space can also be searched for only using one light emitting device. The light source discrimination decision circuit 27 discriminates a light source (light emitting device) from the sum output of the differential amplifier 24.

[0035]Next, operation of the wireless method computer multi-dimensional-data input device of this invention is explained.

[0036]If the mouse switch 11 of the position data sending set 5 is pushed, the control circuit 18 will check it and will make the position data sending set 5 an operating state. The pulse signal of an emitted pulse as shown in the pulse generator 15 at drawing 8 is made to generate simultaneously, and an emitted pulse is made to emit light by turns from the light emitting devices 10a and 10b. At this time, the control circuit 18 investigates the state of the click switches 12 and 13, and orders the pulse generator 15 to perform generation of that state, the position pulses corresponding to each light emitting device, and a click pulse. Thereby, the light emitting devices 10a and 10b emit light in position pulses as shown in drawing 9 included the information on the click switches 12 and 13 and a light source.

[0037]The photo detectors 20 and 21 of the position data receiving set 4 receive these lightwave pulses. A light source (light emitting device) is identified by the light source discrimination decision circuit at the same time these lightwave pulses go into the click pulse detectors 25 through the differential amplifiers 23 and 26 and it detects the existence of a click pulse in this click pulse detection circuit 25. Based on the output of the differential amplifiers 23, 24, and 26, the position calculation circuit 22 searches for the position of a position data sending set by an operation. And position pulses are changed into rectangular coordinates by the mouse pulse conversion circuit 33 with a mouse, and a click pulse is changed into mouse click data, and it is sent to a personal computer through the connector 36.

[0038]Thus, although the spatial position of the position data sending set 5 and its posture are searched for like the following, the move direction and migration length of cursor on the display of CRT2 are specified by the ON state of the click switch 12.

[0039]As explained above, in this invention, a wireless position data sending set is moved in space.

Therefore, the spatial position and (or) posture can be inputted into a computer.

[0040]In recent years, computer graphics, CAD/CAM, etc. provide an input device that this invention is easy and cheap to these entries of data, although creation of the image of a three-dimensional object and creation of pictorial drawing are frequently performed using the computer. And all directions-oriented (x-y-z axis) space coordinates can be inputted by tracing the size with a position data sending set to the input of the shape of a actual object.

[0041]In virtual space, it can input simply in virtual space by a user having a position data sending set in a hand. When treating work [ in three-dimensional space ] especially, to an input device, a small wireless method is desirable. This invention can satisfy the needs.

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1]Drawing 1 is a perspective view showing the composition of the whole wireless method computer three-dimensional position data input device.

[Drawing 2]Drawing 2 is a perspective view of the position data receiving set currently used with the wireless method computer three-dimensional position data input device.

[Drawing 3]Drawing 3 is a top view of a position data receiving set.

[Drawing 4]Drawing 4 is a position data sending set.

[Drawing 5]Drawing 5 is a perspective view showing the composition of the whole wireless method computer three-dimensional position data input device which applied this invention to the laptop computer.

[Drawing 6]Drawing 6 is a circuit block figure of a position data sending set.

[Drawing 7]Drawing 7 is a circuit block figure of a position data receiving set.

[Drawing 8]Drawing 8 is a front view showing arrangement of the quadrisection pin photodiode of a position data receiving set.

[Drawing 9]Drawing 9 is a wave form chart of the lightwave pulse in various states of the click switch of a position data sending set.

[Drawing 10]Drawing 10 is a schematic diagram for explaining calculation of the three-dimensional position in a wireless method computer three-dimensional position data input device.

[Drawing 11]Drawing 11 is a schematic diagram for explaining calculation of the three-dimensional position in a wireless method computer three-dimensional position data input device.

[Drawing 12]Drawing 12 is a graph for deciding one of the parameters used at the time of calculation of a three-dimensional position.

[Drawing 13]Drawing 13 is a graph for deciding one of the parameters used at the time of calculation of a three-dimensional position.

[Drawing 14]Drawing 14 is a graph for deciding one of the parameters used at the time of calculation of a three-dimensional position.

[Description of Notations]

1 Wireless method computer multi dimensional input device

4 Position data receiving set

5 Position data sending set

10a and 10b Light emitting device

20 and 21 Photo detector

20b, 21b quadrisection pin photodiode

23, 24, and 26 Differential amplifier

25 Click pulse sensing device

27 Light source discrimination decision circuit

22 Position calculation circuit